

Az NK-műtrágyázás hatásának vizsgálata kukorica jelzőnövénnyel meszes homoktalajon

LÁSZTITY BORIVÓJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Hazánkban a szántóföldi növénytermelés színvonalának emelésében az egyik legjelentősebb tényező a műtrágyázás. Különösen vonatkozik ez a kukoricára, melynek vetésterülete a termesztett szántóföldi kultúrák közül a legnagyobb és szinte valamennyi talajon termesztik. A kukorica műtrágyázásának termésmenővelő hatása nem csak a termékenyebb talajokon mutatkozik meg. Újabb adatok arra utalnak, hogy a gyengébb termőképességű homoktalajokon is igen hatásos lehet a műtrágyázás. A karbonátos homokon végzett kísérletek eredményei elsősorban az NPK műtrágyák együttes hatását igazolják, természetesen kiemelve a nitrogénműtrágya szerepét [1, 2, 3, 5, 6, 7].

A K-műtrágya hatásának bizonyítására már kevesebb adatot találunk, annak ellenére, hogy a szerzők többsége a K-műtrágyázás jelentőségét hangsúlyozza és szükségesnek tartja a K hatásának vizsgálatát [8].

A karbonátos homoktalajoknál, ahol a szántott rétegben (30 cm) a CaCO_3 -tartalom 10%-körüli, szükségesnek tartottuk elsősorban a kálium és nitrogénműtrágyák hatásának vizsgálatát, mivel ezekről a területekről kevés kísérleti eredmény van birtokunkban.

A fenti elgondolásokból kiindulva, karbonátos homokon szabadföldi kisparcellás kísérletet állítottam be, amelyben a különböző adagú N és K-műtrágyák hatását vizsgáltam.

A kísérletet 1968 tavaszán Csengődön állítottam be. A kísérleti hely a Duna–Tisza közti homokhátság tájegységén belül helyezkedik el, közvetlenül a Solti lapály közelében. Mint ismeretes, ez a tájegység az ország egyik leg-szélsőségesebb éghajlatú vidéke. A tájegység szélsőségesességét legszembetűnőbben szemlélteti az éves csapadék mennyiségében mutatkozó különbség. Míg 1968-ban csak 432 mm csapadékot mértünk, addig 1969-ben több mint 700 mm esett. Az éghajlati körülmények jellemzésére az 1. táblázatban közlöm a kísérlet három évében, a havi középhőmérséklet és a lehullott csapadék mennyiségének alakulását, valamint azok eltéréseit az 50 éves átlagoktól.

A táblázat adataiból megfigyelhetjük, hogy 1968 aszályos év volt, a csapadékhiány elsősorban május, június hónapokban volt jelentős. A havi középhőmérsékletek alakulásában is jelentős eltérések mutatkoztak, az ötven éves átlagokhoz viszonyítva +2,7 és –2 °C között ingadozott. 1969 csapadékos év volt. A kukorica termését kedvezően befolyásolta a tenyészidőszak alatti elegendő mennyiségű csapadék. A havi középhőmérsékletek alakulásában kisebb ingadozások figyelhetők meg. Az 1970. évi csapadék mennyiségét érté-

1. táblázat

A csapadék és a középhőmérséklet havi átlaga (A)

(1) Hónap	1968		1969		1970	
	(2) Csapadék, mm					
	A	B	A	B	A	B
Január	18	—12	32	+ 2	67	+37
Február	23	— 8	130	+ 99	57	+26
Március	24	— 9	35	+ 2	80	+47
Április	45	— 3	25	— 23	59	+11
Május	22	—31	21	— 32	43	—10
Június	20	—45	164	+ 99	36	—29
Július	51	+ 3	35	— 13	49	+ 1
Augusztus	78	+34	44	—	86	+42
Szeptember	82	+38	26	— 18	21	—23
Október	3	—45	18	— 30	20	—28
November	51	+ 2	56	+ 7	24	—25
December	15	—22	132	+ 95	42	+ 5
a) Évi mennyiség	432	—98	718	+188	584	+54
b) Tenyészidőszak (IV—IX. hó) alatti mennyiség	298	— 4	315	+ 13	294	— 8

kelve megállapítható, hogy ez a tenyészidőszak alatt mindössze 8 mm-rel volt kevesebb az 50 év átlagánál, viszont eloszlása a hónapok vonatkozásában szeszélyes volt. A hiányzó májusi és júniusi csapadék a kukorica fejlődéséhez kedvezőtlen volt. A havi középhőmérséklet a tenyészidőszak során általában az 50 éves átlag alatt volt és különösen a május hónap volt hideg.

A kísérleti terület talaja, jellemzően a homoktalajokra — heterogén. A genetikus talajosztályozás szerint a humuszos homok típusba, illetve a csernozjom jellegű homok változatba sorolható. A talaj tápanyag-állapotának megállapítására a laboratóriumi vizsgálatokhoz sorozatonként 5—5 helyről a szántott rétegből (0—30 cm) talajmintát vettünk. A főbb vizsgálati adatokat a 2. táblázat tartalmazza. A kísérlet talaja homokos vályog, a talajművelés szempontjából kedvező talajdonságokkal rendelkezik. A humusztartalom a típushoz viszonyítva magas, lúgos kémhatású. Erősen meszes, a CaCO_3 tartalma a szántott rétegben 10%, és ez a talajszelvény mélységével fokozatosan

2. táblázat

A kísérlet talajának főbb jellemzői (0—30 cm szántott rétegben)

(1) Minták száma	pH		CaCO ₃ %	(2) h _{y1}	(3) K _A	(4) Humusz %	(5) Összes N	(6) AL-oldható	
	H ₂ O	KCl						P ₂ O ₅	K ₂ O
I.	8,1	7,7	10,2	0,87	28	1,64	120	37,2	21,2
II.	8,0	7,7	9,2	0,95	29	1,62	108	39,8	20,8
III.	8,1	7,8	10,5	0,98	28	1,52	117	39,7	19,8
IV.	7,9	7,8	14,2	0,62	27	1,31	92	16,3	13,4
V.	7,8	7,6	15,0	1,03	29	1,46	95	21,3	12,1

és eltérése (B) az 50 éves átlagtól

(1) Hónap	1968		1969		1970	
	(3) Középhőmérséklet, °C					
	A	B	A	B	A	B
Január	— 1,7	—0,2	— 3,4	—1,9	— 1,6	—0,1
Február	+ 3,5	+2,5	— 0,5	—0,5	+ 0,2	—0,8
Március	+ 6,4	+0,5	+ 4,1	—1,8	+ 5,1	—0,8
Április	+14,2	+2,7	+11,2	—0,3	+11,3	—0,2
Május	+18,8	+1,7	+19,8	+2,7	+14,8	—2,3
Június	+22,3	+2,1	+19,1	—1,1	+21,0	+0,8
Július	+22,5	+0,3	+21,8	—0,4	+21,4	—0,8
Augusztus	+20,2	—0,8	+20,3	—0,7	+20,5	—0,5
Szeptember	+16,8	—0,4	+17,4	+0,2	+15,9	—1,3
Október	+11,3	—0,1	+11,7	+0,3	+10,3	—1,1
November	+ 7,3	+2,1	+ 8,8	+3,6	+ 8,3	+3,1
December	— 1,3	—2,0	— 2,7	—3,4	+ 1,0	+0,3
c) Évi átlag	+11,6	+0,6	+10,6	—0,3	+10,7	—0,3
d) Tenyészidőszak (IV—IX. hó) alatti átlag	+19,1	+0,9	+18,2	+0,1	+17,5	—0,7

növekszik és eléri a 20%-ot. A terület tápanyagviszonyait illetően felvehető káliummal közepesen, foszforral jól ellátott.

A talajvizsgálatoknál a humuszt TYURIN szerint, a CaCO_3 -tartalmat Scheibler-féle kalciméterrel, a pH-t üvegelektrodával határoztuk meg. A felvehető foszfor és káliumtartalom meghatározását AL-módszerrel végeztük.

Figyelembe véve, hogy a talaj AL- P_2O_5 -dal jól ellátott, a kísérletben egységesen 50 kg P_2O_5 /ha foszfor alapon négy-négy (40–80–120–160 kg/ha) N, illetve K_2O adag teljes kombinációját, 16 kezeléssel, öt ismétlésben, kiegyensúlyozott rácsnégyzet elrendezésben állítottuk be.

A kezeléseknek megfelelő műtrágyát évenként, tavasszal szántás után szórtuk ki és fogassal dolgoztuk be a talajba. A kísérlet területén a szokásos agrotechnikát alkalmaztuk azzal az eltéréssel, hogy a vetést és betakarítást kézzel végeztük el.

1968 és 1969-ben *Mv 1* hibrid kukoricát, míg 1970-ben a kései kitavaszozás miatt *Mv 40* hibridet vetettünk, 65 × 50 cm sor- ill. tőtávolságra.

A terméseredmények értékelését variancia analízissel végeztük SVÁB [9] és COCHRAN és COX [4] módszerkönyve szerint. A kísérlet elrendezéséből származó oszlop és sor korrekció lehetőségét a matematikai értékelés során felhasználtuk.

Eredmények ismertetése és értékelése

Az egyes kísérleti évek termését, valamint a három év összevont átlagát a 3. táblázat ismerteti. Az évenkénti, valamint az összevont átlagok korrigált két dimenziós eredménytáblázatát a 4. táblázatban közöljük.

3. táblázat
A kukorica szemtermés alakulása
(86% sz. a.)

(1) Kezelések, műtrágya hatóanyag kg/ha	1968		1969		1970		(2) 3 év átlaga	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
1. $N_{40}P_{50}K_{40}$	31,8	100	46,9	100	37,7	100	38,7	100
2. $N_{40}P_{50}K_{80}$	37,2	117	50,3	107	40,9	109	42,7	110
3. $N_{40}P_{50}K_{120}$	35,2	110	54,9	117	40,0	106	43,3	112
4. $N_{40}P_{50}K_{160}$	35,5	111	52,0	111	42,6	113	43,3	112
5. $N_{80}P_{50}K_{40}$	34,0	107	46,9	100	35,8	95	38,9	100
6. $N_{80}P_{50}K_{80}$	35,5	111	52,3	112	44,6	118	44,1	114
7. $N_{80}P_{50}K_{120}$	33,5	105	53,5	114	42,1	112	43,0	111
8. $N_{80}P_{50}K_{160}$	34,0	107	55,2	120	43,4	116	44,2	114
9. $N_{120}P_{50}K_{40}$	36,1	113	50,9	109	41,5	110	42,7	110
10. $N_{120}P_{50}K_{80}$	32,6	102	52,0	111	42,3	112	42,3	109
11. $N_{120}P_{50}K_{120}$	41,5	130	58,0	124	45,3	120	48,1	124
12. $N_{120}P_{50}K_{160}$	38,8	122	57,2	122	46,3	123	47,5	123
13. $N_{160}P_{50}K_{40}$	36,0	113	53,5	114	44,2	117	44,5	115
14. $N_{160}P_{50}K_{80}$	32,0	101	52,3	112	40,7	108	41,7	108
15. $N_{160}P_{50}K_{120}$	32,6	102	58,3	124	42,2	111	44,4	115
16. $N_{160}P_{50}K_{160}$	35,5	105	57,5	122	42,7	113	44,5	115

A kísérlet első évében a legkisebb termést — 31,4 q/ha — a $N_{40}P_{50}K_{40}$ kezelésben kaptam. A fenti kezeléshez viszonyítva csak a $N_{120}P_{50}K_{120}$ kezelés adott szignifikáns — 10,8 q — terméskülönbséget. Mind a nitrogén, mind a kálium kezelések átlagában csak néhány %-os (5–6%) különbségeket állapítottam meg, 40 kg/ha N, ill. K_2O adagszínhez viszonyítva, és egyik esetben sem érte el a szignifikancia határát.

A kísérlet második évében a parcellák termése lényegesen nagyobb volt. A legkisebb termést — 46,9 q/ha — az előző évihez hasonlóan ugyancsak a $N_{40}P_{50}K_{40}$ kezelés adta. A fenti kezeléshez viszonyítva a N_{40} alapon a K_{120} ; a N_{80} alapon a K_{80} ; K_{120} és K_{160} ; továbbá a N_{120} és a N_{160} alapon a K_{120} és K_{160} kezelések eredményeztek szignifikáns terméstöbbletet. A nitrogén kezelések hatása a kálium kezelések átlagában a N_{40} szinthez viszonyítva a N_{80} kezelésben megközelíti a szignifikancia határát. A N_{120} és N_{160} adagnál 9,7–11,5%-os szignifikáns szemtermés-többletet eredményeztek.

A kálium hatása a nitrogén kezelések átlagában a K_{40} szinthez viszonyítva a K_{120} és K_{160} adagnál volt szignifikáns.

A harmadik évben a legkisebb termést — 37,0 q/ha — a $N_{80}P_{50}K_{40}$ kezelés adta. Szignifikáns kezeléshatások a $N_{40}P_{50}K_{40}$ kezeléshez viszonyítva a N_{80} alapon a K_{80} és K_{160} ; a N_{120} alapon a K_{80} , K_{120} és K_{160} kezeléseknél voltak. A N_{160} alapon viszont csak a legkisebb és legnagyobb K-adag eredményezett szignifikáns terméstöbbletet. A nitrogén hatása a kálium-kezelések átlagában az N_{40} adagszínhez viszonyítva az N_{120} és N_{160} adagnál volt szignifikáns. A nitrogén kezelések átlagában a K_{40} kezeléshez viszonyítva mindhárom K-adag 80–120–160 K_2O kg/ha szignifikáns terméstöbbletet eredményezett. A K-adagok hatása között azonban nem volt megbízható különbség.

A kísérlet háromévi átlagadatai szerint a kukorica szemtermése a kezelések hatására 38,6 q/ha és 48,5 q/ha között váltakozott. A $N_{40}P_{50}K_{40}$ kezeléshez

4. táblázat

Korrigált szemtermés eredmények a kísérleti években, q/ha
(86% sz. a.)

(1) Kezelés	K ₄₀	K ₈₀	K ₁₂₀	K ₁₆₀	SzD _{5%}	Átlag	%
1968							
N ₄₀	31,4	36,1	34,3	34,5		34,1	100,0
N ₈₀	35,4	36,3	34,5	36,3		35,6	104,4
N ₁₂₀	35,5	31,8	42,2	36,0	5,3	36,3	106,5
N ₁₆₀	35,6	31,8	33,7	34,6		33,9	99,4
a) SzD _{5%}		5,3				2,6	7,6
b) Átlag	34,5	34,0	36,2	35,3	2,6	35,0	102,6
%	100,0	98,6	104,9	102,3	7,5	101,4	
1969							
N ₄₀	46,2	48,8	54,7	49,0		49,7	100,0
N ₈₀	48,5	53,9	53,9	56,5		53,2	107,0
N ₁₂₀	52,6	51,8	58,7	55,2	7,3	54,5	109,7
N ₁₆₀	53,4	53,6	56,6	58,1		55,4	111,5
a) SzD _{5%}		7,3				3,6	7,2
b) Átlag	50,2	52,0	56,0	54,7	3,6	53,2	107,0
%	100,0	103,6	111,6	109,0	7,2	106,0	
1970							
N ₄₀	38,1	40,5	40,2	42,4		40,3	100,0
N ₈₀	37,0	45,1	42,2	43,1		41,8	103,7
N ₁₂₀	39,8	43,3	44,5	46,1	4,5	43,4	107,7
N ₁₆₀	43,1	41,0	42,5	43,1		42,4	105,2
a) SzD _{5%}		4,5				2,2	5,5
b) Átlag	39,5	42,4	42,3	43,7	2,2	42,0	104,2
%	100,0	107,3	107,1	110,6	5,6	106,3	
(2) 3 év átlagadatai							
N ₄₀	38,6	41,8	43,1	42,0		41,4	100,0
N ₈₀	40,3	45,1	43,5	45,3		43,6	105,3
N ₁₂₀	42,6	42,3	48,5	45,8	4,3	44,8	108,2
N ₁₆₀	44,0	42,1	44,3	45,3		43,9	106,0
a) SzD _{5%}		4,3				2,1	5,1
b) Átlag	41,4	42,8	44,8	44,6	2,1	43,4	104,8
%	100,0	103,4	108,2	107,7	5,1	104,8	

viszonyítva szignifikáns termésnövekedést a N₄₀ alapon a K₁₂₀, a N₈₀ alapon a K₈₀; K₁₂₀ és K₁₆₀; a N₁₂₀ alapon a K₁₂₀ és K₁₆₀, továbbá a N₁₆₀ alapon a K₄₀; K₁₂₀ és K₁₆₀ kezelések adták. Egyes kezelések csak megközelítették a szignifikancia határát. A nitrogén hatása a kálium kezeléseknél átlagában a N₄₀-hez viszonyítva mindhárom adagnál, a kálium hatása az N kezelés átlagában a K₄₀-hez viszonyítva csak a K₁₂₀ és K₁₆₀ adagnál volt szignifikáns.

A kezeléseknél mért hatásokat és kölcsönhatásokat, valamint a matematikai analízis fontosabb adatait az 5. táblázatban mutatom be. A kísérlet első

5. táblázat

A kísérlet varianciatáblázata

(1) Tényező	FG	MQ.			(2) 3 év átlaga
		1968	1969	1970	
a) Kezelés	15	31,89	65,13**	30,30*	29,89**
N	3	28,71	127,73*	34,28+	51,39**
b) Lineáris	1	0,15	344,84**	64,24*	87,42**
c) Négyzetes	1	79,80*	35,64	31,87	66,24*
d) Eltérés	1	6,18	2,70	6,74	0,50
K	3	18,70	137,92*	63,39**	50,62**
b) Lineáris	1	22,90	310,12**	156,13**	121,00**
c) Négyzetes	1	0,66	49,92	13,20	15,66
d) Eltérés	1	32,54	53,73	20,84	15,21
N×K	9	37,34+	20,00	17,94	15,82
b) Lineáris	1	9,57	0,03	10,15	2,85
d) Eltérés	8	40,80*	22,50	18,91	17,44
c) Hiba	30	17,01	31,72	12,12	11,08

A szignifikancia valószínűségi szintje: ** P = 1%; * P = 5%; + P = 10%.

évében sem a nitrogén, sem a kálium műtrágyahatás nem volt matematikailag megbízható. Az N×K kölcsönhatás is csak 10%-os valószínűségi szinten szignifikáns.

A kísérlet második és harmadik évében a nitrogén és kálium hatás, valamint a hatás lineáris összetevője erősen szignifikáns volt. A három év átlagában a nitrogén hatása szignifikáns. A hatás lineáris összetevője erősen, a négyzetes összetevője pedig gyengén szignifikáns. A kálium műtrágyahatás szignifikáns, ezen belül csak a hatás lineáris összetevője bizonyult megbízhatónak. Az N×K kölcsönhatás a három év átlagában sem volt szignifikáns.

A kísérlet eredményeit értékelve megállapítható, hogy az első évben a műtrágyák hatását csökkentette az 1968. évben jelentkező csapadékhány és a csapadék kedvezőtlen eloszlása. Az adagok emelésével a 160 kg/ha nagyságig mindkét tápanyag, a nitrogén és a kálium termésmenvelő hatása, a kísérlet körülményei között lineáris és matematikailag megbízható volt. A kísérletben nem volt kimutatható szignifikáns N×K kölcsönhatás, a nitrogén adagok nem befolyásolták a káliumműtrágyák hatását.

A hároméves időszak átlagában a nitrogén műtrágyázás PK alapon a 40–80, 120 és 160 kg N/ha adagoknál szignifikáns 5,3–8,2%-os – termésmenvekedést eredményezett. A N-adagok hatását vizsgálva megállapítható, hogy az N₄₀-kezeléshez viszonyítva a N₈₀ adag további szignifikáns 2,2 q/ha szemterméstöbbletet biztosított. Az N₁₂₀ kezelésben további termésmenvekedést figyelhetünk meg, de csak az N₄₀ adag hatásához viszonyítva szignifikáns. Az N₁₆₀-adagnál már az előbbi adag hatásokhoz viszonyítva kisebb termést kaptunk, de az N₄₀ hatásához viszonyítva még szignifikáns. A kísérlet körülményei között a K₁₂₀ és K₁₆₀ szignifikánsan 8,2–7,7%-kal növelte a kukorica szemtermését.

A nitrogén és káliumműtrágyák hatékonyságának vizsgálata céljából a kapott termésadatokból kiszámítottuk az 1 kg hatóanyagra jutó szemterméstöbbleteket. A nitrogén esetében PK alapon valamennyi adagra, a káliumnál NP alapon a 4 adag átlagára, a három kísérleti évre külön-külön és a három év

átlagára is kiszámítottuk. Az 1 kg hatóanyagra jutó szemtermés-többleteket a 6. táblázatban mutatjuk be. A három év átlagában 1 kg N-re jutó szemtermés N_{40} adagnál 8,66 kg; N_{80} kezelésben 4,83 kg, míg az N_{120} adagnál 1,00 kg volt. A N_{160} kezelésnél viszont már negatív eredményt kaptam. Az egyes kísérleti

6. táblázat

Egy kiló hatóanyagra jutó szemtermés-többslet, kg

(1) Hatóanyag kg/ha	1968	1969	1970	(2) 3 év átlaga
N				
$N_0 - N_{40}$	12,58	12,99	11,90	12,49
N_{40}	7,59	9,65	8,74	8,66
N_{80}	2,61	6,32	5,58	4,83
N_{120}	—2,40	2,98	2,42	1,00
N_{160}	—7,49	—0,35	—0,74	—2,86
K_2O				
$K_{40}, 80, 120, 160$ a) átlaga	1,20	4,40	3,12	2,91

évek közül eltérés ettől csak az első évben volt, amikor a 120 kg N/ha adag esetében is csökkenő tendencia jelentkezett.

Az 1 kg K_2O hatóanyagra jutó terméstöbbslet a négy kálium adagszint átlagában minden évben pozitív érték. Az 1 kg nitrogénre jutó maximális terméstöbbslet három év átlagában 12,5 kg; 1 kg káliumra viszont 2,9 kg kukorica szemtermés volt.

Következtetések

A hároméves kísérlet termésidei alapján megállapítható, hogy az adott körülmények között a gyengébb termőképességű homoktalajokon, egy viszonylag kisebb adagú — $N_{40}P_{50}K_{40}$ — műtrágyázáshoz viszonyítva, a műtrágya adagok növelésével a kukorica szemtermés több mint 10 q/ha-val emelhető. A kísérletnél alkalmazott kezelések közül három év átlagában a $N_{120}P_{50}K_{120}$ kg/ha kezelés adta a maximális kukorica termést.

A kísérlet körülményei között a nitrogénműtrágya optimális adagja 130 kg N/ha volt, a káliumműtrágya a 160 kg K_2O /ha mennyiségig emelhető, hatása termésnövelő volt. A kísérlet körülményei között a káliumműtrágya hatását nem befolyásolja szignifikánsan a nitrogénműtrágya alkalmazott mennyisége.

Összefoglalás

A Duna–Tisza közti homokhátság területén 1968–, 1969- és 1970. években, kisparcellás szabadföldi kísérletet végeztünk kukorica jelzőnövényvel. A kísérlet célja a műtrágyázás, ezen belül elsősorban a nitrogén- és káliumműtrágyák hatékonyságának vizsgálata.

A tájegység éghajlata szélsőséges. A kísérlet talaja erősen meszes, lúgos kémhatású, 1,5%-os humusztartalommal. Tápanyagellátottsága foszforban jó, kálium- és nitrogénben közepes.

A kísérletet rácsnégyzet elrendezésben, öt ismétlésben állítottuk be. A kezelések egységes P alapon, (50 kg/ha) 40, 80, 120 és 160 kg/ha adagban a N és K műtrágyák teljes kombinációját tartalmazzák.

Az első év kivételével szignifikáns nitrogén- és kálium műtrágyahatásokat kaptunk. Nitrogén hatás PK-műtrágya alkalmazása mellett a 120 kg/ha N adag nagyságig termésnövelő, a hatás lineáris összetevője szignifikáns. A további adag emelésnél 160 kg/ha N, a termés csökkenést mutatón a hatás négyzetes összetevője is elérte a szignifikáns értéket. A kálium hatása NP műtrágya alkalmazása mellett szignifikáns, a termést kismértékben növelte, a hatás lineáris összetevője szignifikáns.

Az N×K kölcsönhatás csak az első évben volt gyengén szignifikáns, egyébként a többi évben és a három év átlagában is, nem volt kimutatható. A maximális termést a kísérlet körülményei között, a három év átlagában a $N_{120}P_{50}K_{120}$ kezelés adta.

Az 1 kg hatóanyagra jutó kukorica szemterméstöbblet nitrogén (3 év átlagában) esetén 120 kg/ha adag alkalmazásáig pozitív érték, maximálisan 12,5 kg; 160 kg/ha adagnál negatív érték. A kálium esetén minden adag alkalmazásánál alacsony, de pozitív értéket jelent — 3 év átlagában 2,9 kg kukorica szemterméstöbblet.

Irodalom

- [1] ANTAL, J., EGRSZEGI, S. & PENYIGEY, D.: Növénytermesztés homokon. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1966.
- [2] BARBER, S. A. & OLSON, R. A.: Fertilizer use on corn. In: Changing Patterns in Fertilizer Use. Amer. Soc. Agron. Madison. 1968.
- [3] BAUER, F.: Kukoricával végzett műtrágya adag- és aránykísérletek Duna—Tisza közli lepelhomok talajon. Kísérletügyi Közlem. **57/A.** 3—25. 1964.
- [4] COCHRAN, W. G. & COX, G. M.: Experimental Designs. Wiley. New York. 1957.
- [5] LATKOVICS, Gy.-NÉ: NPK műtrágyahatások vizsgálata kukorica monokultúrában. In: Trágyázási kísérletek (1955—1964). Akad. Kiadó. Budapest. 1967.
- [6] LATKOVICS Gy.-NÉ & KRÁMER, M.: Az őszi búza és a kukorica műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben (1960—67). I. Szemterméseredmények. Agro-kémia és Talajtan. **17.** 189—200. 1968.
- [7] LŐRINCZ, J.: A műtrágyázás hatása a kukorica termésére. Agrártudomány. **12.** 24—29. 1960.
- [8] SARKADI, J. & DEBRECZENI, B.: Trágyázási kísérletek. I. In: Kukoricatermesztési kísérletek (1953—57). Akad. Kiadó. Budapest. 1958.
- [9] SVÁB, J.: Statisztikai módszerek mezőgazdasági kutatók számára. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1961.

Érkezett: 1973. november 26.

Investigation on the Effect of Nitrogen and Potassium Fertilizing on Maize Yields on Calcareous Sandy Soils

B. LÁSZTITY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences,
Budapest

Summary

During the years 1968-1970 small plot field experiments were conducted with maize indicator plants on the territory of the sand-ridge between the rivers Danube and Tisza, to study the effect of fertilizing — first of all with N and K — under the given natural conditions.

From the climatic point of view the area is one of the worst in Hungary. The soils of the experimental field were — like the Hungarian sandy soils in general — quite heterogeneous, in most part they belonged genetically to the chernozem-like sand subtype of the humous sand type. They were very calcareous, with pH values above 7; their humus content ranged from 1 to 1.5 per cent. As regards the nutrient reserves of the experimental area, the N, P and K supplies were poor, good and medium, respectively.

The experiments were set up in a balanced lattice square design. 16 various treatments were applied and 5 replications were used for each. The treatments included the application of a uniform amount — 50 kg/ha — of P_2O_5 with all the combinations of N and K_2O fertilizers at 4-4 levels (40, 80, 120 and 160 kg/ha).

The yields (grain — shelled in May — q/ha) were evaluated with variance analysis annually, and, finally, with the average values calculated from the results of 3 years.

The effect of the fertilizers was found to be significant, except in the first year.

The fertilizer effect of N — in the average of PK treatments up to the 120 kg/ha doses — was found to be positive, linear and significant. With higher dose the quadratic component of the effect was also significant.

The fertilizer effect of K — in the average of PN treatments, with all doses — proved to be positive, linear and significant.

The N × K interaction was slightly significant only in the first year, later it was not significant.

As regards the yield increase per 1 kg of active agent, in the average of the one P and four K rates the grain yield increase per 1 kg N gave positive values up to the 120 kg/ha N dose, while above that it became negative. In the average of 3 years the maximum grain yield increase was 12.5 kg per 1 kg N.

The grain yield increase per 1 kg K active agent was positive in the average of all treatments. In the average of 3 years the maximum grain yield increase was 2.9 kg per 1 kg K.

Table 1. Monthly average of precipitation and the daily mean temperature (A) and its deviation from the 50-year average (B). (1) Month. a) Annual amount. b) Amount of rainfall during the growing season (April-Sept.) c) Annual average. d) Average during the growing season (April-Sept.). (2) Precipitation, mm. (3) Mean temperature, °C.

Table 2. Some characteristics of the soil of the experimental field (in the 0-30 cm thick ploughed layer). (1) Sample (average). 1.-5. replications. (2) Hygroscopicity. (3) Consistency value according to Arany. (4) Humus, %. (5) Total N. (6) AL-soluble P_2O_5 and K_2O , mg%.

Table 3. Grain yield increase of maize (calculated for 86% of dry matter). (1) Treatment (active agent of fertilizer, kg/ha). (2) Average of 3 years.

Table 4. Corrected grain yields of maize in the years of the experiment (calculated for 86% of dry matter), q/ha. (1) Treatments. a) $LSD_{5\%}$. b) average. (2) Average of 3 years.

Table 5. Variance table of the experiment. (1) Factor. a) Treatment. b) Linear. c) Squared. d) Deviation. e) Error. (2) Average of 3 years. Possibility level of significance: ** $P = 1\%$; * $P = 5\%$; + $P = 10\%$.

Table 6. Grain yield increase per 1 kg of active agent, kg. (1) Active agent, kg/ha. a) Average. (2) Average of 3 years.

Untersuchung des Einflusses der Stickstoff- und Kalidüngung auf kalkhaltigen Sandböden mit Mais als Testpflanze

B. LÁSZTITY

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

In den Jahren 1968–70 wurden auf dem Sandrücken zwischen Donau und Theiss Kleinparzellenversuche mit Mais (Hybridsorte aus Martonvásár) als Testpflanze durchgeführt. Ziel der Versuche war die Untersuchung der Wirkung der Mineraldüngung — vor allem von N und K — unter den gegebenen Verhältnissen.

Die Witterung dieses Gebietes ist eine der ungünstigsten im Lande. Der Boden des Versuches gehört genetisch zu den humosen Sandböden, bzw. zu den tschernosjomartigen Sandböden. Er ist stark karbonathaltig, mit pH-Werten im alkalischen Bereich, der Humusgehalt beträgt 1–1,5%. Er ist mit N schwach, mit P gut und mit K mittelmässig versorgt.

Die Versuchsanordnung war ein balanciertes Gitterquadrat, mit 5 Wiederholungen und 16 Varianten. Im Versuch wurde einheitlich 50 kg/ha P_2O_5 gegeben und die vollkommene Kombination von 40, 80, 120 und 160 kg/ha N, bzw. K_2O .

Die Ertragsergebnisse (dt/ha) wurden jährlich und als Mittelwerte von drei Jahren mit Varianzanalyse ausgewertet. Die Düngerwirkung war — das erste Versuchsjahr ausgenommen — signifikant.

Die signifikante N-Düngerwirkung war im Mittel der PK-Varianten bis zur 120 kg/ha Gabe linear. Bei der höheren N-Gabe erreichte auch ihr quadratischer Komponent den signifikanten Wert.

Die K-Düngewirkung war im Mittel der PN-Varianten linear und signifikant.

Die N×K Wechselwirkung war nur im ersten Versuchsjahr schwach signifikant, sonst nicht.

Es wurden auch die Mehrerträge je 1 kg Wirkstoff berechnet. Im Falle von 1 kg Stickstoff war die Ertragsdifferenz im Mittel der vier K-Stufen bis zur 120 kg/ha Gabe positiv, darüber aber negativ. Der maximale Mehrertrag betrug im Mittel der drei Versuchsjahre 12,5 kg Korn.

Im Falle von 1 kg Kalium war die Ertragsdifferenz im Mittel der vier N-Stufen bei allen Gaben positiv. Im Mittel der drei Versuchsjahre betrug der Mehrertrag 2,9 kg Korn je 1 kg Kalium.

Tab. 1. Monatlicher Durchschnittswert (A) und Abweichung vom 50jährigen Mittel (B) des Niederschlages und der täglichen Mitteltemperatur. (1) Monat. a) Jahresmenge. b) Menge während der Vegetationsperiode (April.—Sept.). c) Jahresdurchschnitt. d) Durchschnittswert während der Vegetationsperiode (April.—Sept.). (2) Niederschlag, mm. (3) Mitteltemperatur, °C.

Tab. 2. Angaben über den Versuchsboden (Ackerkrume 0–30 cm). (1) Probe (Durchschnitt). Wiederholungen 1.—5. (2) hy_1 (Hygroskopizität nach Kuron-Sik). (3) Bindigkeitszahl nach Arany. (4) Humus, %. (5) Gesamtes N. (6) AL-lösliches P_2O_5 und K_2O , mg%.

Tab. 3. Kornertrag des Maises (für 86% Trockensubstanz berechnet) (1) Varianten. (Düngerwirkstoff, kg/ha). (2) Mittelwert von 3 Jahren.

Tab. 4. Korrigierte Kornerträge von Mais in den Versuchsjahren (die Mittelwerte von 3 Jahren (für 86% Trockensubstanz berechnet), dt/ha. (1) Variante. a) $GD_{50\%}$. b) Mittelwert. (2) Mittelwerte von 3 Jahren.

Tab. 5. Varianztabelle des Versuches. (1) Faktor. a) Variante. b) Lineare. c) Quadratische Komponente. d) Differenz. e) Fehler. (2) Mittelwert von 3 Jahren. Grenzwahrscheinlichkeit der Signifikanz: ** P = 1%; * P = 5%; + P = 10%.

Tab. 6. Mehrerträge je 1 kg Düngerwirkstoff, kg. (1) Wirkstoff, kg/ha. a) Mittelwert. (2) Durchschnitt von 3 Jahren.

Изучение влияния азотных и калийных удобрений на кукурузу на карбонатных песчаных почвах

Б. ЛАСТИТЬ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии В. А. Н., Будапешт (Венгрия)

Резюме

В период с 1968—1970 г на песчаной территории Междуречья Дуная и Тиссы провели мелкоделяночные опыты в открытом грунте с подопытным растением кукурузой (мартонвашарский гибрид). Целью опыта было изучение влияния минеральных удобрений — в первую очередь азотных и калийных — в данных природных условиях.

Этот природный ландшафт является одним из самых неблагоприятных районов по климатическим условиям. Почвы подопытного участка генетически можно отнести к гумусированным пескам и черноземовидным песчаным почвам или к их разновидностям. Эти почвы сильно карбонатные, реакция среды щелочная, содержание гумуса 1—1,5%. Они средне обеспечены калием, слабо обеспечены азотом и хорошо обеспечены фосфором.

Опыт заложили по методу сбалансированных квадратов, в пяти повторностях, с 16 вариантами. Все варианты получили 50 кг/га фосфора и полные комбинации азотных и калийных удобрений в четырех дозах 40—80—120 и 160 кг/га.

Урожайные данные (майского обрушения ц/га) оценивали методом вариационного анализа ежегодно и по расчетным средним результатам трех лет.

В отношении влияния минеральных удобрений получили достоверные результаты, за исключением первого года опыта.

Действие азотных минеральных удобрений по РК-вариантам было существенным. До дозы 120 кг/га линейная составляющая роста урожая была достоверной. При дальнейшем повышении дозы квадратичная составляющая также достигает достоверного значения.

Эффект от внесения калийных минеральных удобрений в NP-вариантах был положительным при всех дозах внесения и мог быть выражен линейной составляющей.

Взаимовлияние азота и калия в первом году было слабовыраженным, а вообще не было достоверным.

При формировании прибавки урожая на 1 кг действующего начала минеральных удобрений влияние фосфорных и калийных удобрений на прибавку урожая зерна, приходящуюся на 1 кг азота, было положительным до дозы 120 кг/га, сверх этой дозы — отрицательным. Средняя трехгодичная прибавка урожая зерна составляла 12,5 кг.

Прибавка урожая на 1 кг действующего начала калийных удобрений в среднем на всех четырех уровнях их внесения на фоне фосфорных и азотных удобрений составляла 2,9 кг (в среднем из трех лет).

Табл. 1. Среднемесячное количество осадков и дневных температур (А) и их отклонения от средних за 50 лет (В). (1) Месяц. а) Годовое количество осадков. б) Количество осадков за вегетационный период (апрель—сентябрь). с) Среднегодовые данные. д) Средние данные за вегетационный период (апрель—сентябрь). (2) Количество осадков в мм. (3) Средние температуры, С°.

Табл. 2. Основные показатели подопытных почв (в 30 см-ом пахотном слое). (1) Средний образец. 1.—5. повторности. (2) Гигроскопическая влага hu. (3) Число связности по Арань, Кд. (4) Гумус в %. (5) Общий азот. (6) P₂O₅ и K₂O растворимые в АЛ, мг %.

Табл. 3. Формирование урожая зерна кукурузы (на 86% сухое вещество). (1) Вариант. (действующее начало минерального удобрения, кг/га). (2) Среднее из трех лет.

Табл. 4. Корректированные данные урожая зерна кукурузы в 1968—1970 г и средние трехлетние данные (в пересчете на 86% сухое вещество), ц/га. (1) Вариант. а) НСР 5%. б) Среднее. (2) Средние трехлетние данные.

Табл. 5. Вариационная таблица опыта. (1) Фактор. а) Вариант. б) Линейное. с) Квадратичное. д) Расхождение. е) Погрешность. (2) Средние трехлетние данные. Уровень достоверности: **P = 1%, *P = 5%, +P = 10%.

Табл. 6. Прибавки урожая, приходящиеся на единицу действующего начала минеральных удобрений. (1) Действующее начало, кг/га. а) Среднее.